

RLT-ANLAGEN FÜR FERTIGUNGSHALLEN

Luftführung

Das mit Abstand wichtigste Thema bei der Konzeption von RLT-Anlagen für Fertigungshallen ist die Luftführung. Mit ihr steht und fällt der Erfolg der gesamten Investition. Während sich z. B. die Anordnung der Lüftungsgeräte oder die Konzeption der Wärmerückgewinnung nicht oder nur in geringem Umfang auf das Raumklima auswirkt, kann ein falsch gewähltes Luftführungssystem die bis dahin richtigen Planungsschritte zum Mißerfolg geleiten. Es stellt sich deshalb die Frage: »Welche Luftführungssysteme kommen für Fertigungshallen in Frage und wann setze ich welches ein?«

Das Luftführungssystem wird bestimmt durch den Ort des Lufteintritts in den Raum, den Turbulenzgrad der Luftströmung sowie die Art des Zuluftdurchlasses. Folgende Einteilung dieser drei Kriterien ist möglich:

- A. Ort des Lufteintritts in den Raum
- Luftführung von oben nach unten
 - Luftführung von unten nach oben
 - horizontale Luftführung
- B. Turbulenzgrad der Luftströmung
- turbulente Luftströmung
 - turbulenzarme Luftströmung
- C. Art der Zuluftdurchlässe
- Durchlässe mit feststehendem Ausblaswinkel
 - Durchlässe mit lenkbarem Ausblaswinkel

Kombinationen sind wie in Tabelle 2 (nächste Seite) gezeigt möglich:

A. Ort des Lufteintritts in den Raum

Die Bilder 11, 12 und 13 zeigen schematisch die drei Möglichkeiten nach dem Ort des Lufteintritts in den Raum.

A. a Luftführung von oben nach unten

Eine Luftführung von oben nach unten ist nur empfehlenswert bei einer spezifischen Wärmelast $< 60 \text{ W/m}^2$.

Zuluftdurchlässe für Zuluft einbringung im Deckenbereich hoher Hallen arbeiten mit großer Austrittsenergie, um im Heizfall die Zuluft entgegen dem thermischen Auftrieb bis in den Aufenthaltsbereich zu transportieren. Damit verbunden ist eine hohe Induktion, die dem Zuluftstrahl aufsteigende Warm-

Teil II, Teil I in TAB 1/91

Dipl.-Ing. Reiner Ströder, Köln

Nachdem im ersten Teil die Aufgaben von RLT-Anlagen, die wichtigsten Richtlinien und unterschiedliche Anlagensysteme abgehandelt wurden, wendet sich der Autor nun den Problembereichen der Luftführung und Luftströmung zu. Als weitere Themen kommen Wärmespeicherung und ein Kostenvergleich hinzu.

Größtes Gewicht liegt aber auf der Luftführung, da hier durch die richtige Wahl und Dimensionierung der Grundstein für ein angenehmes Raumklima in der Fertigungshalle ist.

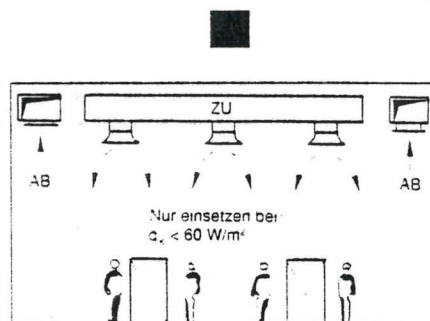


Bild 11: Luftführung von oben nach unten

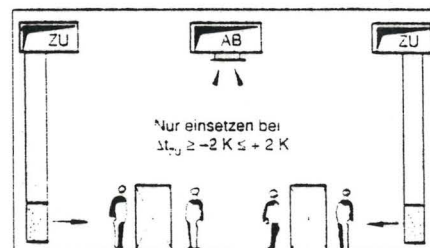


Bild 12: Luftführung von unten nach oben

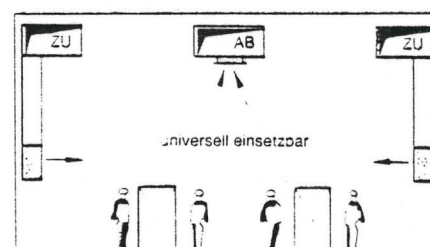


Bild 13: Horizontale Luftführung

luft beimischt und diese in den Aufenthaltsbereich zurückführt. Im Sommer führt dieser Effekt bei Wärmelasten über 60 W/m^2 zu hohen, nicht akzeptablen Hallenlufttemperaturen im Arbeitsbereich, bei sehr hohen Wärmelasten sogar zu unerträglichen Arbeitsbedingungen. Neben der Wärme werden auch Schadstoffe in den Aufenthaltsbereich zurückgeführt. Folglich sollten Luftführungssysteme von oben nach unten nur in gering belasteten Hallen eingesetzt werden, wie z. B. Lagerhallen, Verpackungshallen und Hallen der Forschung und Entwicklung. Heute stehen regelbare Zuluftdurchlässe zur Verfügung, die für Ausblashöhen von über 20 Meter bei wechselnden Lastfällen einsetzbar sind. Einen solchen Auslaß zeigt Bild 14.

A. b Luftführung von unten nach oben

Eine Luftführung von unten nach oben eignet sich für Hallen mit großer Wärmelast und leichten Schadstoffen, aber geringem Wärmebedarf. Die Luft tritt mit kleiner Geschwindigkeit von $< 0,5 \text{ m/s}$ turbulenzarm durch zylindrische Zuluftdurchlässe mit gleichmäßig perforiertem Mantel (Bild 15) aus und bildet am Hallenboden einen sogenannten Kaltluftsee. Thermische Lasten liefern die Energie für den Auftrieb bis zur Hallendecke, wo das Abluftsystem installiert ist. Die warme Luft und mit ihr die Schadstoffe steigen unmittelbar nach oben, ohne den Aufenthaltsbereich zu durchströmen. Man bezeichnet diese Art der Lüftung auch als Quelllüftung. Je höher die Wärmelasten sind, desto eher findet dieses System seine Berechtigung. Oft bereitet es jedoch aus folgenden Gründen Schwierigkeiten:

- Der Heizfall wird nicht einwandfrei bewältigt, da die Zuluft bei $\Delta t_{ru} > 1-2 \text{ K}$ infolge der Thermik unmittelbar nach Eintritt in die Halle aufsteigt und den Aufenthaltsbereich weder durchspült noch erwärmt.
- Nur selten sind die Planer der Produktionsanlagen bereit, den für die Aufstellung der Zuluftdurchlässe notwendigen Platz am Hallenboden bereitzustellen.
- Gabelstapler, Kräne und bewegliche Produktionseinrichtungen führen häufig zu Beschädigungen der am Hallenboden installierten Zuluftdurchlässe.



Tabelle 2: Kombinationsmöglichkeiten

Luftströmung:	Luftführung:		
	A. a von oben nach unten	A. b von unten nach oben	A. c horizontal
	Ausblaswinkel der Zuluftdurchlässe:		
B. a turbulente Luftströmung	C. a + C. b feststehend oder lenkbar	-	C. a + C. b feststehend oder lenkbar
B. b turbulenzarme Luftströmung	-	C. a feststehend	C. a + C. b feststehend oder lenkbar

A. c Horizontale Luftführung

Aus den zuvor genannten Gründen führt meist die horizontale Luftführung zum besten Ergebnis. Sie ist sowohl bei hoher Wärmelast und hohem Wärmebedarf als auch bei großem Schadstoffanfall einsetzbar. Hochwertige Zuluftdurchlässe ermöglichen Zulufttemperaturdifferenzen von + 25 K bis - 10 K. Bild 16 zeigt einen solchen Zuluftdurchlaß.

In bekranteten Hallen werden die Zuluftdurchlässe an den Hallenstützen installiert. Kranfreie Hallen gestatten beliebige Anordnung. Die Installationshöhe sollte drei bis vier Meter über dem Hallenfußboden betragen. Maximal erreichbare Wurfweiten liegen bei etwa 15 Metern, im Heizfall mit $\Delta t_{zu} = + 25^\circ\text{C}$ etwas niedriger.

B. Turbulenzgrad der Luftströmung

Für die Luftführung von oben nach unten sowie für die konventionelle horizontale Luftführung ist wegen der großen Wurfweite eine energiereiche, turbulente Luftströmung erforderlich. Die als Quelllüftung betriebene horizontale Luftführung oder Luftführung von unten nach oben arbeitet mit turbulenzarmer Luftströmung.

C. Art der Zuluftdurchlässe

Zuluftdurchlässe für turbulenzarme Luftführung von unten nach oben werden mit feststehendem Ausblaswinkel ausgestattet. Bei Zuluftdurchlässen für eine Luftführung von oben nach unten oder für eine horizontale Luftführung ist ein lenkbarer Ausblaswinkel vorteilhaft oder erforderlich. Nachfolgend ist die Steuerung von Auslässen für horizontale Luftführung gemäß Bild 16 erläutert.

Um bei wechselnden thermischen Lasten eine einwandfreie Durchspülung

des Aufenthaltsbereiches zu erzielen, sind die Zuluftdurchlässe mit einer stetigen Verstelleinrichtung für variablen Ausblaswinkel des Zuluftstrahls ausgerüstet. Der Ausblaswinkel wird stets entgegen des thermischen Verhaltens der Zuluft verstellt. Im Heizfall wird die Zuluft schräg nach unten, im Kühlfall nach oben gelenkt. Die Größe des Ausblaswinkels ist abhängig von der Zulufttemperaturdifferenz.

Um die Betriebszeit der Lüftungsanlage im Aufheizbetrieb zu reduzieren, wird die Zuluft im Winter vor Produktionsbeginn senkrecht nach unten ausgeblasen. Dadurch ergibt sich eine gute Durchspülung des Aufenthaltsbereiches mit warmer Zuluft, eine kurze Aufheizzeit und somit eine Reduzierung der Betriebskosten. Zugfreiheit ist nicht erforderlich, da noch keine Personen in der Halle sind. Die Verstellung des Austrittswinkels kann erfolgen durch mechanische oder elektrische Handsteuerung oder automatische Steuerung.

Bei der mechanischen Handsteuerung wird die Strahlenvorrichtung manuell mit Hilfe eines Bowdenzugs verstellt. Die elektrische Handsteuerung ersetzt den Bowdenzug durch einen elektrischen Stellungsgeber und einen elektrischen Stellmotor. Damit ist es möglich, der Handsteuerung ein Signal von der zentralen Regel- und Steueranlage zu überlagern und die Zuluftdurchlässe vor Produktionsbeginn automatisch in die Aufheizstellung zu fahren (Bild 17). Bei der automatischen Steuerung wird der Ausblaswinkel in Abhängigkeit der Zulufttemperaturdifferenz elektromotorisch verstellt. Die Meßwerte der Zulufttemperatur und der Raumlufttemperatur werden zum Regler gemeldet, von diesem wird ein stetiges Ausgangssignal auf den Stellmotor gegeben. Zusätzlich wird das von der zentralen Regel- und Steueranlage kommende Signal für die Aufheizschaltung verarbeitet (Bild 18).

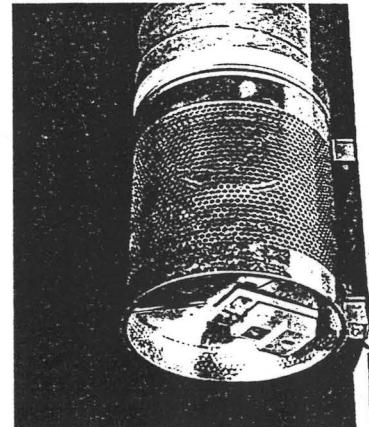


Bild 14: Zuluftdurchlaß für Luftführung von oben nach unten (TKT, Typ TLC)

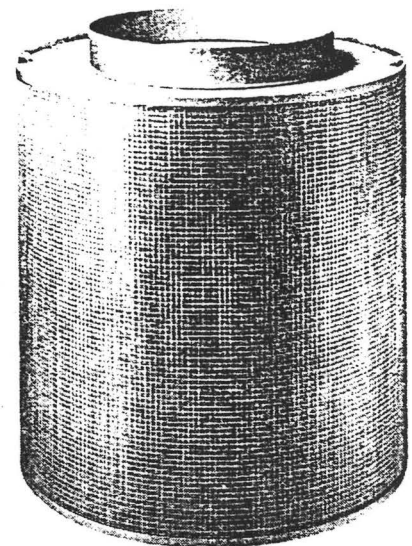


Bild 15: Zuluftdurchlaß für Luftführung von unten nach oben (Trox, Typ QL-360)

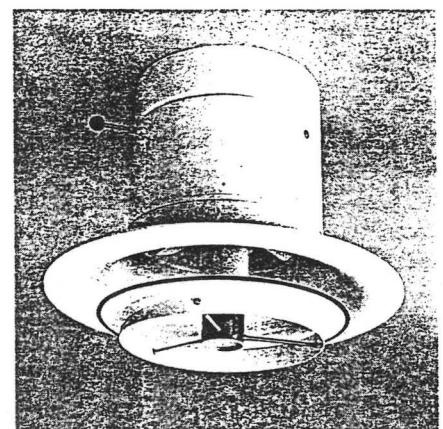


Bild 16: Zuluftdurchlaß für horizontale Luftführung (TKT, Typ TLB/Z)

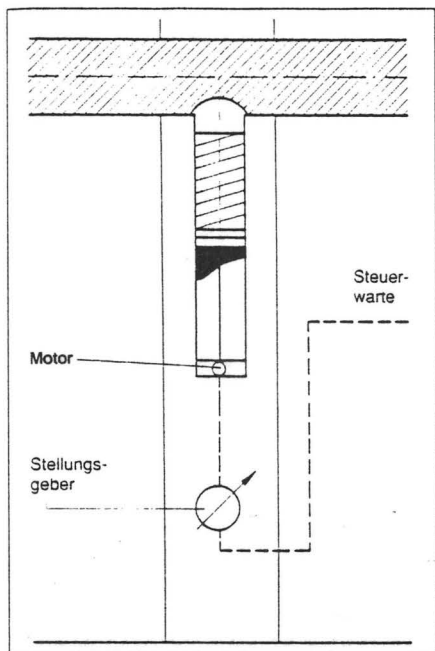


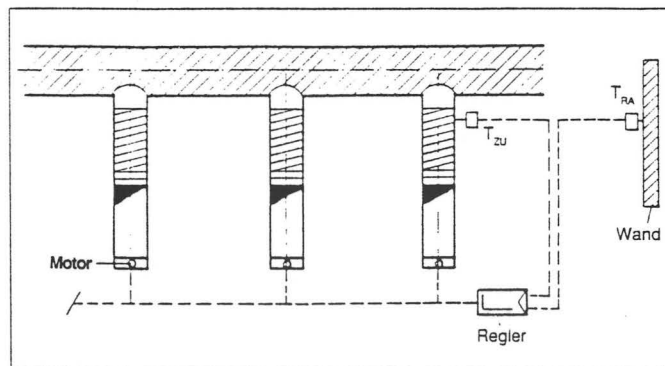
Bild 17: Radialstrahl-Rohrdurchlaß für horizontale Luftführung mit elektrischer Handsteuerung des Ausblaswinkels

Hinweise für die Anordnung der Zuluftdurchlässe

In unbekrante Hallen mit hohen Wärmelasten $> 60 \text{ W/m}^2$ können die Zuluftdurchlässe in feinmaschigem Raster flächig verteilt in geringer Höhe angeordnet werden. Sie dürfen jedoch nicht unmittelbar über den Wärmequellen ausblasen, da durch Induktion Warmluft in den Aufenthaltsbereich zurückgeführt und die sommerliche Hallenlufttemperatur erhöht würde. Bild 19 zeigt ein Beispiel für optimale Auswahl und Anordnung von Zuluftdurchlässen für einen Finish-Bereich in der Automobilfertigung. Warme Karossen und laufende KFZ-Motoren erzeugen an den Prüf-Linien hohe Wärmelasten, die möglichst ungestört nach oben abströmen müssen. Zuluft darf deshalb nur in den thermisch schwach belasteten Bereichen zwischen den Prüf-Linien eingeblasen werden. Diese Anordnung verhindert zwar die Induktion warmer Luft nicht vollständig, führt aber zu etwa 2 K niedrigeren Temperaturen im Aufenthaltsbereich.

Sofern die Zuluftrohre, wie in Bild 19 dargestellt, in Höhe der Ausblaseebene verlaufen, kann auf ihre Wärmedämmung verzichtet werden. Liegen die Rohre unter der Hallendecke im Warmluftpolster, ist zu überprüfen, ob ein unzulässiger Temperaturanstieg entsteht, der durch Wärmedämmung reduziert werden kann.

Bild 18: Radialstahl-Rohrdurchlaß für horizontale Luftführung mit automatischer Steuerung des Ausblaswinkels



Unabhängig von der Wahl der Luftführung und der Zuluftdurchlässe sollte die Ausblaseebene möglichst unterhalb der Hauptwärmequellen liegen. Die im Aufenthaltsbereich wirksame Wärmelast kann auf diese Weise erheblich reduziert werden, oft um Werte von 30 bis 60%. In Preßwerken der Automobilindustrie z. B. entsteht die Hauptwärmelast durch die Pressenantriebe, die im Kopf der Pressen untergebracht sind, also in Höhen von 10 bis 15 Metern.

Liegen die Zuluftdurchlässe unterhalb dieser Ebene (anzustreben sind drei bis vier Meter), so ist die gesamte Wärmeabgabe der Pressenantriebe im Aufenthaltsbereich unwirksam.

Entstehen bei Produktionsprozessen Schadstoffe, so sind diese gemäß ASR 5 an der Entstehungsstelle abzusaugen. Ist dies aus verfahrenstechnischen Gründen nicht möglich, so entscheidet ihre Wichte über die Art der Luftführung.

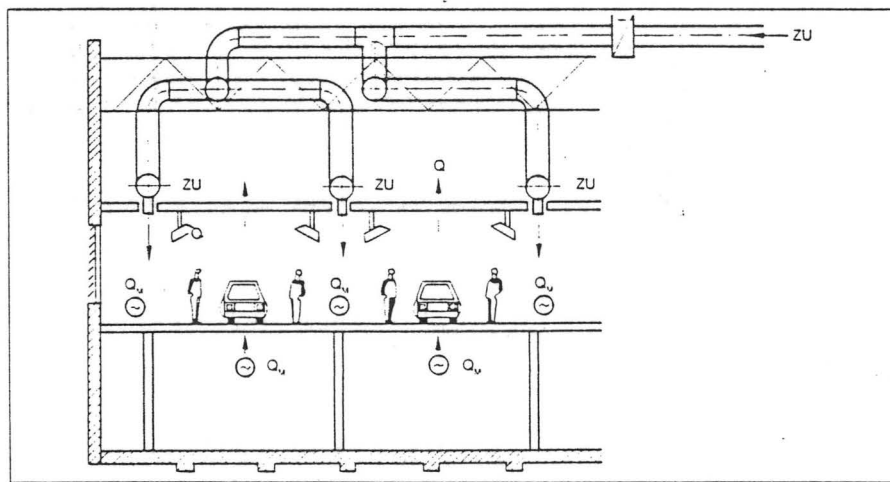


Bild 19: Optimale Anordnung von Zuluftdurchlässen im Finishbereich einer Automobilfertigung

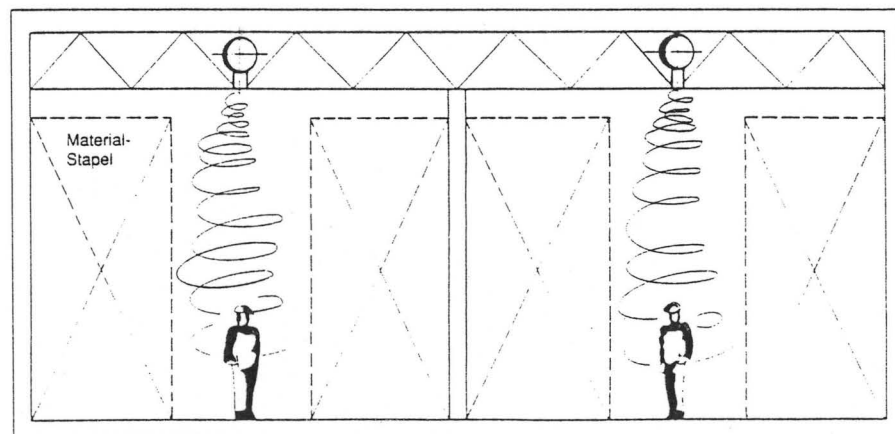


Bild 20: Prinzipschnitt durch Lagerhalle mit Düsenbelüftung in den Verkehrswegen (TKT, Typ TLF)

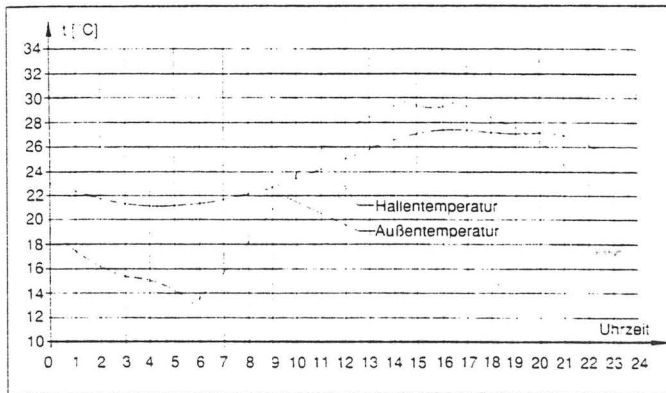


Bild 21: Temperaturverlauf für das Obergeschoß einer Automobil-Montagehalle

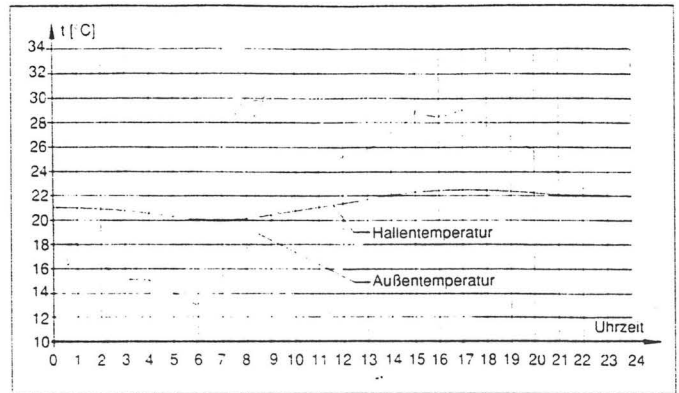


Bild 22: Temperaturverlauf für das Erdgeschoß einer Automobil-Montagehalle

Bei Schadstoffen, die leichter sind als Luft, wird eine Luftführung von unten nach oben gewählt. Die aufsteigende Luft unterstützt den Auftrieb der Gase und führt sie schnellstmöglich aus dem Aufenthaltsbereich ab. Bei Schadstoffen, die schwerer sind als Luft, wählt man eine Luftführung von oben nach unten. Auf diese Weise werden die Schadstoffe auf kürzestem Weg zu den Abluftdurchlässen geführt.

Sofern die Lüftungsanlage sowohl Wärmelasten als auch schwere Schadstoffe abzuführen hat, stehen die zuvor genannten Empfehlungen zur Luftführung im Widerspruch. In diesem Fall muß einer der beiden Aufgaben Priorität eingeräumt werden.

Eine universell anwendbare Luftführung für Fertigungshallen gibt es nicht. Für nahezu jede Nutzung steht unter den gegebenen Randbedingungen ein optimales Luftführungssystem zur Verfügung. Beispielhaft sei hier ein Materiallager herausgegriffen, das in nahezu allen Fertigungsbetrieben anzutreffen ist. Meist wird bis unter das Hallendach gestapelt, um den teuren Hallenraum optimal zu nutzen. Eine flächendeckende Zuluftführung von oben nach unten ist deshalb nicht realisierbar. Die Stützen sind mit Material umstellt, so daß sie zur Aufnahme der Zuluftdurchlässe nicht in Frage kommen. Übrig bleiben die Verkehrswege mit ihrem hochformatigen Rechteckquerschnitt. Optimale Lüftungsergebnisse werden erzielt durch eine lineare Düsenlüftung von oben nach unten. Die Düsenrohre werden oberhalb des Arbeitsbereiches der Stapler verlegt. Durch Dralldüsen mit geringem Durchmesser (150 mm) und verstellbarem Drallflügel zur Anpassung des Zuluftstrahls an die Raumgeometrie wird die Zuluft senkrecht nach unten geblasen. Die aneinanderge-

reichten Einzelstrahlen fließen ineinander und bilden eine regelrechte Luftwand, die ungestört in den Aufenthaltsbereich gelangt. Bild 20 zeigt einen Schnitt durch einen mit Düsen belüfteten Lagerbereich.

Wärmespeicherung

Fertigungshallen verfügen über ein erhebliches Potential an Speichermassen für die Wärmespeicherung. Dies ermöglicht fast immer den Verzicht auf Kühlung der Zuluft, ohne daß dadurch unerträglich hohe sommerliche Hallenlufttemperaturen entstehen.

Ohne Wärmespeicherung würde sich im Sommer eine Hallenlufttemperatur einstellen, die um den Betrag:

$$\Delta t = q / \dot{v} \cdot \rho \cdot c_p \text{ [K]}$$

höher liegt als die Zulufttemperatur.

Beispiel:

- Zulufttemperatur $t_{zu} = 32^\circ\text{C}$
 - spezifische Wärmelast $q = 60 \text{ W/m}^2$
 - Lüftrate $\dot{v} = 20 \text{ m}^3/\text{hm}^2$
- $$\Delta t = 60 / (20 \cdot 1.2 \cdot 0.29) = 8.6 \text{ K}$$

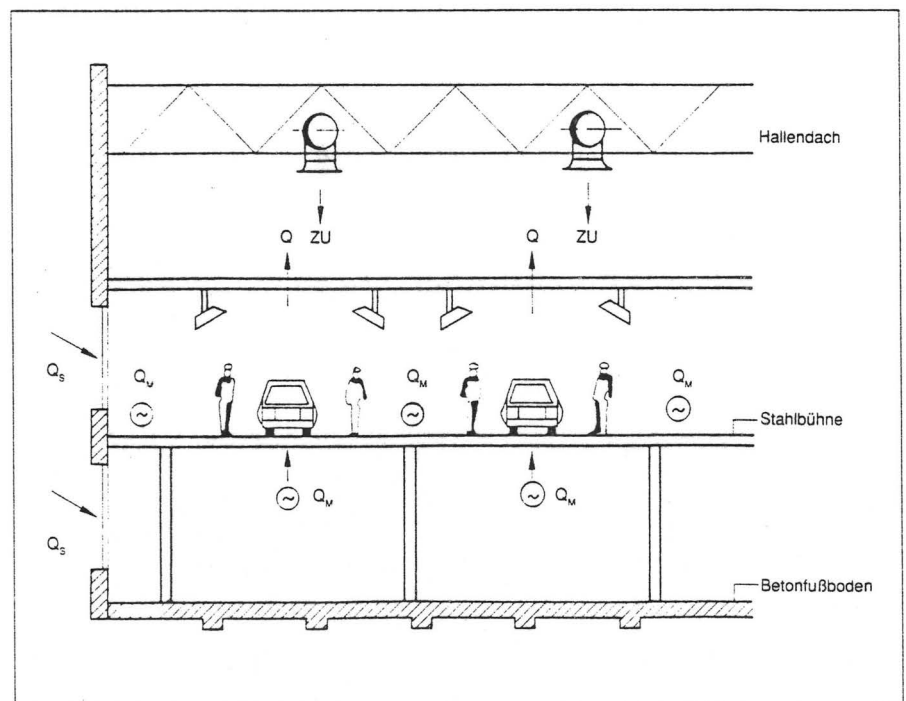


Bild 23: Thermisch ungünstige Konzeption eines Finishbereichs in der Automobilfertigung

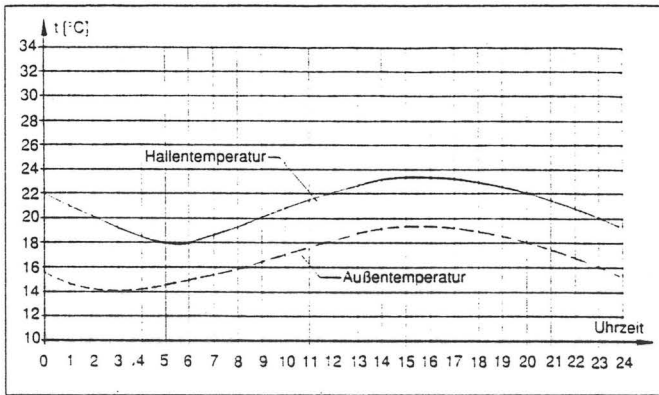


Bild 25: Zeitliche Schwingung von Außen- und Hallentemperatur bei thermisch ungünstiger Konzeption

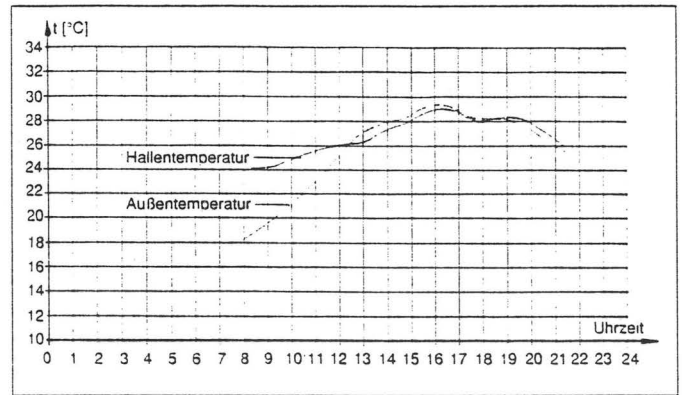


Bild 26: Zeitliche Schwingung von Außen- und Hallentemperatur bei thermisch günstiger Konzeption

$$t_R = t_{zu} + \Delta t = 32 + 8,6 = 40,6^\circ\text{C}$$

Ohne Berücksichtigung der Speicherwirkung beträgt die Hallenlufttemperatur etwa 40°C . Tatsächlich liegt die Hallenlufttemperatur in Fertigungshallen mit diesen Kenndaten an heißen Sommertagen nicht oder nur unwesentlich über der maximalen Außenlufttemperatur, sofern Halle und Arbeitsplätze so geplant und ausgeführt sind, daß die volle Speicherwirkung zum Tragen kommt. Durch Speicherung wird also die Hallenlufttemperatur um etwa 8 K gesenkt.

Betrachten wir die thermodynamischen Vorgänge in der Halle. Zunächst wird Wärme durch Maschinen, Beleuchtung, Personen, Strahlung, Transmission und Außenluft frei. Der konvektive Teil dieser Wärmelasten führt zunächst zu einer Erhöhung der Hallenlufttemperatur. Besteht eine Temperaturdifferenz zwischen Hallenluft und Speichermassen, so fließt Wärme von der Luft in diese Massen. Dort wird die Wärme so lange gespeichert, bis die Hallenlufttemperatur wieder unter die Temperatur der Speichermassen absinkt, die daraufhin ihre Wärme an die Luft zurückgeben. Der Strahlungsanteil der Wärmequellen geht unmittelbar in die Speichermassen über. Speichermassen sind Betonfußböden, Betondecken, Innenwände, Einrichtungen und Stahlbühnen. Die wesentlichen Wärmespeicher sind Betonfußböden und Betondecken, also die schweren Bauteile.

Die Bilder 21 und 22 zeigen typische Verläufe der Hallenlufttemperatur und der Außenlufttemperatur an warmen Sommertagen. Bild 21 zeigt den Temperaturverlauf für das Obergeschoß einer Montagehalle der Automobilindustrie. Das Hallendach besteht aus einer Stahl-Trapezblech-Konstruktion mit 100 mm Wärmedämmung und einer Wärmedurchgangszahl von $0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$. Die Wärmelast beträgt 60 W/m^2 . Bild 22 zeigt den Temperaturverlauf für das Erdgeschoß der gleichen Halle. Decke und Fußboden bestehen aus Stahlbeton ohne Wärmedämmung. Auch hier beträgt die Wärmelast etwa 60 W/m^2 .

Es ist deutlich zu sehen, daß die maximale Differenz zwischen Außenlufttemperatur und Hallenlufttemperatur im Erdgeschoß wesentlich größer ist als im Obergeschoß. Im Erdgeschoß tritt, bedingt durch die erheblich größere Spei-

chermasse der Betondecke und des Betonfußbodens, eine größere Wärmespeicherung ein als im Hallengeschoß, in dem das Blechdach die Speicherung verschlechtert.

Das folgende Beispiel soll verdeutlichen, welche Folgen Planungsfehler bei der Anordnung von Arbeitsplätzen sowie der Konzeption des Baukörpers und der RLT-Anlage haben können.

In einer Montagehalle der Automobilindustrie wurden im Obergeschoß Arbeitsplätze eines Finish-Bereiches auf einer Stahlbühne etwa drei Meter über dem Beton-Hallenfußboden eingerichtet (Bild 23). An den Arbeitsplätzen entsteht eine Wärmebelastung durch laufende KFZ, durch KFZ mit warmem Motor, elektrische Geräte und Förderantriebe. Hinzu kommt die Wärmeabgabe der Arbeitsplatz-Beleuchtung, die in einer Höhe von 2,50 Meter über der Stahlbühne angeordnet ist. Ferner belasten die zwei Meter hohen, südorientierten Fenster ohne Sonnenschutzvorrichtung die Arbeitsplätze. Eine kleinere Wärmebelastung erfolgt durch das Flachdach und die Lichtkuppeln. Bild 24 zeigt den täglichen Wärmelastverlauf an einem Julitag in diesem Bereich. Das Wärmelast-Maximum tritt um 10 Uhr mit 270 W/m^2 auf.

Trotz der hohen spezifischen Wärmelast wurde eine Luftführung von oben nach unten gewählt. Die Ausblaseebene lag unmittelbar unter dem Dach, so daß sämtliche Wärmelastanteile – mit Ausnahme des konvektiven Wärmelastanteiles des Daches – den Aufenthaltsbereich belasten. Aufsteigende Warmluft wurde von den Zuluftdurchlässen induziert und wieder in den Aufenthaltsbereich zurückgeführt. Die Folge war eine unerträglich hohe Hallenlufttemperatur im Sommer, die zu massiven Klagen der Werker führte. Im Ge-

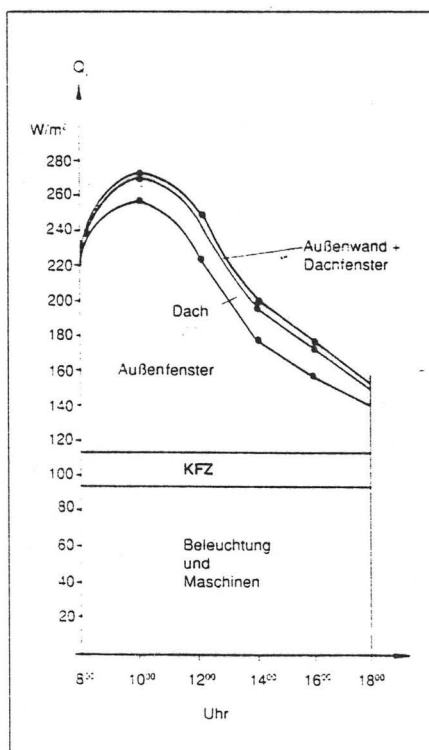


Bild 24: Täglicher Wärmelastverlauf im Finishbereich



gensatz zu optimal gestalteten Hallen lag die Hallenlufttemperatur an warmen Sommertagen stets erheblich über der Außentemperatur. Bild 25 zeigt die zeitliche Schwingung von Außen- und Hallenlufttemperatur. Der nahezu parallele Verlauf der Kurven ist atypisch für thermodynamisch gut geplante Hallen. Zur Verbesserung des thermodynamischen Verhaltens wurden nach ausgiebigen Untersuchungen folgende Maßnahmen durchgeführt (Bild 19):

- Schließung der Fensterflächen bis auf den zulässigen Wert gemäß ArbStV: dies bedeutet eine Reduzierung der Fensterflächen um 70%
- Ausrüstung der verbleibenden Fenster mit Außenjalousien
- Absenken der Zuluftdurchlässe auf die geringstmögliche Ausblashöhe von drei Meter über der Stahlbühne
- Anordnung der Zuluftdurchlässe zwischen den Prüflinien, um ungestörte Thermikzonen für die aufsteigende Wärme zu schaffen
- Einbau geeigneter Zuluftdurchlässe in Form kleiner Dralldüsen mit 150 mm Durchmesser, die zwischen den Thermikzonen senkrecht nach unten blasen
- Zusätzliche Anköhlung der Zuluft auf 20°C bei hoher Außenlufttemperatur

Nach Durchführung dieser Maßnahmen wurden an Tagen mit hoher Außenlufttemperatur die Kurven gemäß Bild 26 gemessen. Die Hallenlufttemperaturlinie tangiert nun die Außenlufttemperaturlinie in den warmen Mittagsstunden. Damit war die Forderung des Auftraggebers erfüllt.

Kosten der Lüftungsanlagen Herstellkosten

Die spezifischen Herstellkosten von hochwertigen RLT-Anlagen für Fertigungshallen betragen ca. 5,- bis 8,- DM pro m³/h und 4,- bis 7,- DM pro m³/h ohne Wärmerückgewinnung. Diese Werte beziehen sich auf Anlagegrößen von ca. 75 000 bis 100 000 m³/h mit den Komponenten ZU- und AB-Ventilator, Luftheritzer, Luftfilter, Mischklappen, Schalldämpfer, Kanalnetz, Luftdurchlässe, Regelung und Elektrik. Die prozentuale Aufteilung der Herstellkosten gliedert sich wie folgt:

- Geräte ca. 35%
- Einbauteile ca. 10%
- Kanäle ca. 33%
- Regelung/Elektrik ca. 22%

Energiekosten

Die Energiekosten können je nach Anlagenkonzeption, Art der Wärmerückgewinnung und spezifischen Energiepreisen stark differieren. Zwei Beispiele sollen die Bandbreite des Energiebedarfs und der Energiekosten aufzeigen:

- Beispiel 1: Montagehalle**
- Luftrate : 20 m³/hm²
 - Wärmerückgewinnung : Rotationswärmetauscher
 - Betriebszeit : 17 h/d, 5 d/w
 - Strompreis : 7 Pfg/kWh
 - Wärmepreis : 2 Pfg/kWh

Beispiel 1 Montagehalle	Energiebedarf kWh/a m ²	Energiekosten DM/a m ²	Energiekosten DM/a m ³ /h
Elektro	60	4,20	0,20
Wärme	60	1,20	0,06
Gesamt	-	5,40	0,26

- Beispiel 2: Werkzeugbauhalle**
- Luftrate : 25 m³/hm² zum Teil
38 - 238 m³/hm²
 - Wärmerückgewinnung : Rotationswärmetauscher für 72 % der Abluft
 - Betriebszeit : 17 h/d, 5 d/w
 - Strompreis : 9,6 Pfg/kWh
 - Wärmepreis : 6,4 Pfg/kWh

Beispiel 2 Werkzeugbauhalle	Energiebedarf kWh/a m ²	Energiekosten DM/a m ²	Energiekosten DM/a m ³ /h
Elektro	88	8,40	0,33
Wärme	293	18,70	0,75
Gesamt	-	27,10	1,08

wichtigste Kriterium ist die Wahl der optimalen Luftführung. Längst steht eine Palette spezieller Zuluftdurchlässe für die Industrielüftung zur Verfügung, die für unterschiedliche Aufgabenschwerpunkte entwickelt wurde. Durch sie ist es möglich geworden, auch in Fertigungshallen Raumluftkonditionen zu schaffen, die nahe an jene der Komforträume heranreichen. Der Einsatz von Wärmerückgewinnungsanlagen reduziert den Verbrauch an Heizenergie erheblich und trägt zu einem rationellen und umweltfreundlichen Energieeinsatz bei.

Zusammenfassung

RLT-Anlagen für Fertigungshallen nehmen einen immer größer werdenden Anteil am Gesamtvolumen der erstellten lufttechnischen Anlagen ein. Ebenso vielfältig wie die Produktionsverfahren sind die Konzepte für die zugehörigen RLT-Anlagen. Universallösungen gibt es nicht, nur maßgeschneiderte Systeme führen zu den gewünschten Erfolgen. Im Gegensatz zu den Komfort-Anlagen ist man bei der Auslegung industrieller Lüftungsanlagen weitestgehend auf praktische Erfahrungen und Erfahrungswerte angewiesen. Das